答案用紙記入上の注意:答案用紙のマーク欄には、正答と判断したものを一つだけマークすること。

AA703

第一級総合無線通信士「無線工学 A」試験問題

25 問　2 時間 30 分

A－1　次の記述は、FM(F3E)送受信機に用いられるエンファシスについて述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　FM 受信機では、入力端で一様な振幅の周波数特性を持つ雑音が復調されると三角雑音になり、周波数に比例して振幅が［ A ］なるので、ディエンファシス回路によって［ B ］の周波数成分を低減している。
(2)　FM 送信機では、周波数変調する前の信号の周波数成分を、ディエンファシス回路と逆の周波数特性で強調(プレエンファシス)して、送受信機の総合周波数特性が一様になるようにし、［ C ］を改善している。

	A	B	C
1	大きく	低域	信号対雑音比(S/N)
2	大きく	高域	信号対雑音比(S/N)
3	大きく	低域	周波数特性
4	小さく	高域	周波数特性
5	小さく	低域	信号対雑音比(S/N)

A－2　次の記述は、デジタル通信に用いられる多相位相変調について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　QPSK(4PSK)を BPSK(2PSK)と比較すると、同じ周波数帯域幅における理論的なデータの伝送速度の上限は、［ A ］倍である。
(2)　QPSK 信号は、二つの直交する BPSK 信号を［ B ］することによって得られる。
(3)　8PSK 信号の各位相は、［ C ］ビットのデジタルデータに対応している。

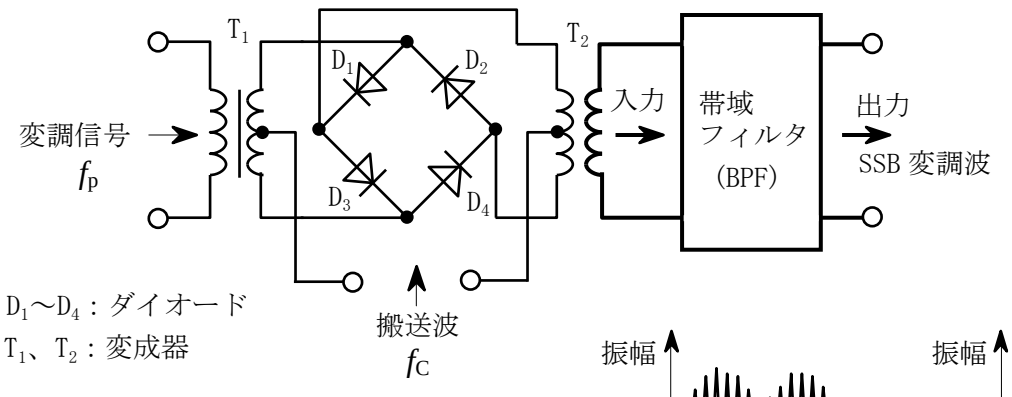
	A	B	C
1	2	掛け算	4
2	2	加算	4
3	2	加算	3
4	4	掛け算	3
5	4	加算	4

A－3　次の記述は、FM(F3E)変調波について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　変調信号が単一周波数のとき、側帯波の数は［ A ］であり、変調指数は、最大周波数偏移を［ B ］の周波数で割った値である。
(2)　F3E 変調波の全電力は、変調信号の振幅の大きさによって変化［ C ］。

	A	B	C
1	複数	変調信号	する
2	複数	変調信号	しない
3	複数	搬送波	する
4	1	搬送波	しない
5	1	変調信号	する

A－4　図に示す帯域フィルタ(BPF)の入力の波形とスペクトル及び出力(SSB 変調波)の波形とスペクトルを表す図の組合せとして、最も適切なものを下の番号から選べ。ただし、図に示すリング変調回路に入力する変調信号及び搬送波の周波数をそれぞれ f_p〔Hz〕及び f_C〔Hz〕とし、変調信号は単一正弦波とする。また、出力(SSB 変調波)は上側波帯を用いるものとし、回路は理想的に動作するものとする。



	入力	出力(SSB 変調波)
1	図 1 と図 5	図 3 と図 4
2	図 1 と図 6	図 2 と図 5
3	図 2 と図 4	図 1 と図 5
4	図 3 と図 6	図 2 と図 4
5	図 3 と図 4	図 1 と図 6

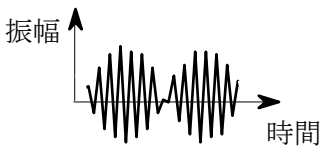


図 1

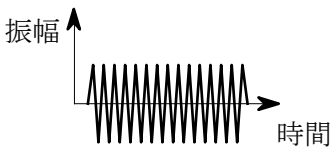


図 2

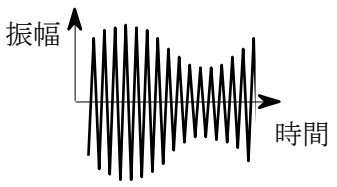


図 3

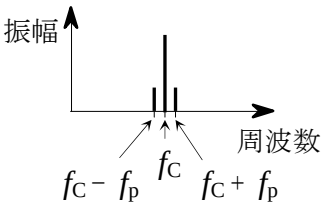


図 4

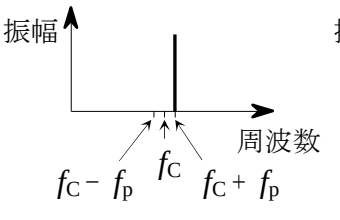


図 5

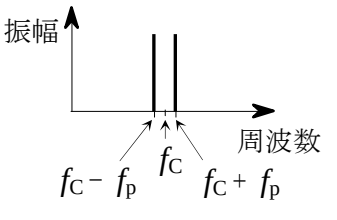


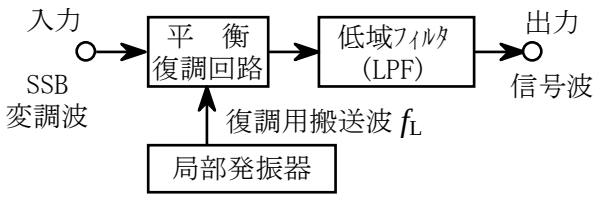
図 6

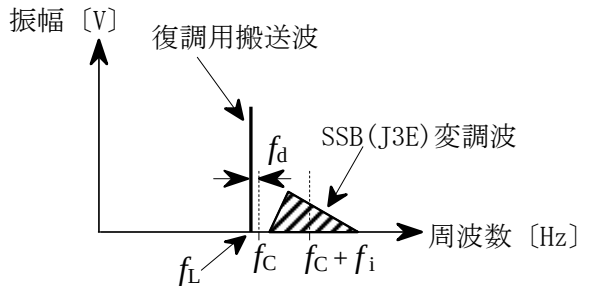
A－5　次の記述は、図の構成例等に示すSSB(J3E)復調器の動作などについて述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、復調器の入力におけるSSB変調波の搬送波に相当する周波数をf_C〔Hz〕、局部発振器の復調用搬送波周波数をf_L〔Hz〕、変調信号の中心周波数をf_i〔Hz〕とする。

(1)　f_Lとf_Cが数十ヘルツ以上異なると、同期ひずみを生じ、［ A ］が低下することがある。

(2)　f_Lがf_Cよりf_d〔Hz〕低いとき、復調された信号の中心周波数は、［ B ］〔Hz〕である。

(3)　同期ひずみを避けるため、受信機の局部発振器に［ C ］を設ける。



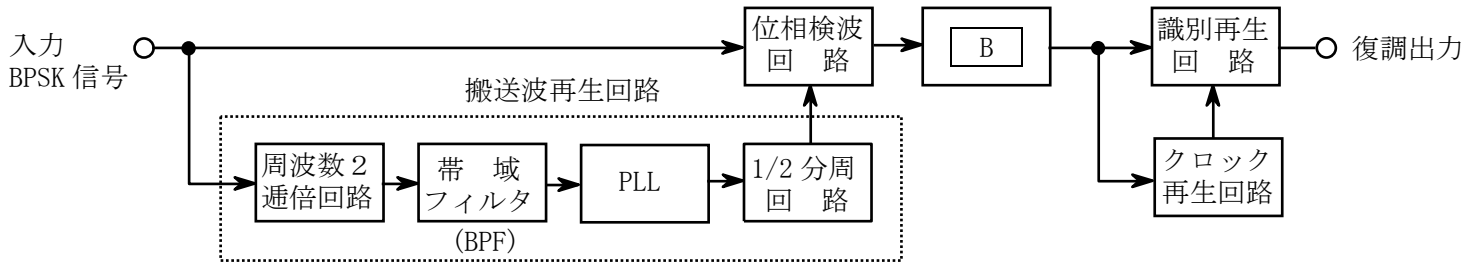


	A	B	C
1	変調波の振幅	$f_i + 2f_d$	スピーチクリッパ
2	変調波の振幅	$f_i + f_d$	クラリファイヤ
3	復調出力の明りょう度	$f_i + 2f_d$	スピーチクリッパ
4	復調出力の明りょう度	$f_i + f_d$	スピーチクリッパ
5	復調出力の明りょう度	$f_i + f_d$	クラリファイヤ

A－6　次の記述は、図に示すBPSK(2PSK)信号の復調回路の構成例について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の［　　］内には、同じ字句が入るものとする。

(1)　位相検波回路で入力のBPSK信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との［ A ］を行い、［ B ］、識別再生回路及びクロック再生回路によってデジタル信号を復調する。

(2)　搬送波再生回路は、周波数２逓倍回路、帯域フィルタ(BPF)、位相同期ループ(PLL)及び1/2分周回路で構成され、入力のBPSK信号の位相がデジタル信号に応じてπ〔rad〕変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタ(BPF)の出力の位相は、［ C ］。



	A	B	C
1	加算	低域フィルタ(LPF)	π〔rad〕変化する
2	加算	高域フィルタ(HPF)	一定に保たれる
3	掛け算	低域フィルタ(LPF)	π〔rad〕変化する
4	掛け算	低域フィルタ(LPF)	一定に保たれる
5	掛け算	高域フィルタ(HPF)	π〔rad〕変化する

A－7　次の記述は、一般的なスーパヘテロダイン受信機の特徴について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　低雑音の高周波増幅器を用いるとともに、［ A ］で高利得の増幅を行うので、感度が良い。

(2)　周波数変換器を用いて希望波を一定の周波数の中間周波数に変換し、しゃ断特性の優れた帯域フィルタ(BPF)を用いることから［ B ］に対する選択度が良い。

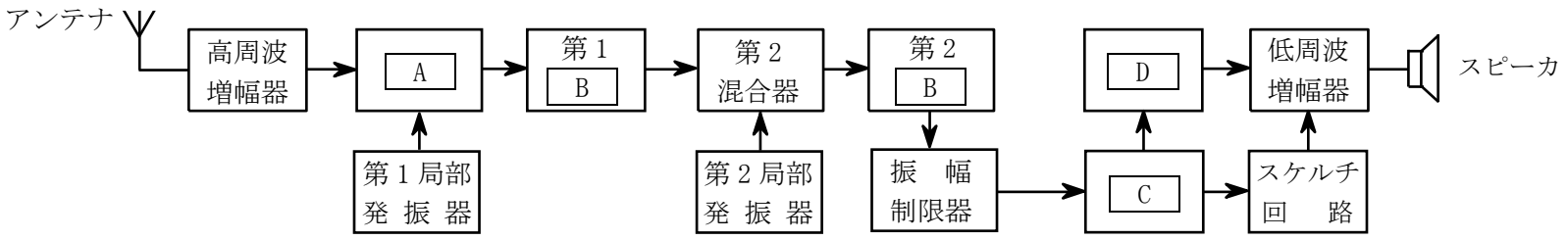
(3)　自動利得調整(AGC)回路を用いることにより、フェージングなどで電波の［ C ］が変化しても、出力の変化を抑えることができる。

	A	B	C
1	低周波増幅器	近接周波数	受信周波数
2	低周波増幅器	影像周波数	受信強度
3	中間周波増幅器	影像周波数	受信周波数
4	中間周波増幅器	近接周波数	受信強度
5	中間周波増幅器	影像周波数	受信強度

A－8　雑音指数が3〔dB〕の増幅器に信号対雑音比(S/N)が30〔dB〕の信号を入力したときの出力のS/Nの値として、正しいものを下の番号から選べ。

1　33〔dB〕　　**2**　27〔dB〕　　**3**　21〔dB〕　　**4**　15〔dB〕　　**5**　9〔dB〕

A－9　図は、FM(F3E)受信機の構成例を示したものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の［　　］内には、同じ字句が入るものとする。



	A	B	C	D
1	第1混合器	中間周波増幅器	復調器	プレエンファシス回路
2	第1混合器	中間周波増幅器	復調器	ディエンファシス回路
3	第1混合器	高域フィルタ(HPF)	スピーチクリッパ	プレエンファシス回路
4	第1平衡変調器	中間周波増幅器	スピーチクリッパ	プレエンファシス回路
5	第1平衡変調器	高域フィルタ(HPF)	復調器	ディエンファシス回路

A－10　次の記述は、鉛蓄電池の浮動充電方式について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　鉛蓄電池と負荷は、［ A ］。
(2)　通常、充電は、［ B ］行われる。
(3)　停電などの非常時において、鉛蓄電池から負荷に電力を供給するときの瞬断が［ C ］。

	A	B	C
1	停電時に接続する	間欠的に	ある
2	停電時に接続する	常時	ない
3	常時接続されている	間欠的に	ない
4	常時接続されている	常時	ある
5	常時接続されている	常時	ない

A－11　次の記述は、捜索救助用レーダートランスポンダ(SART)について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

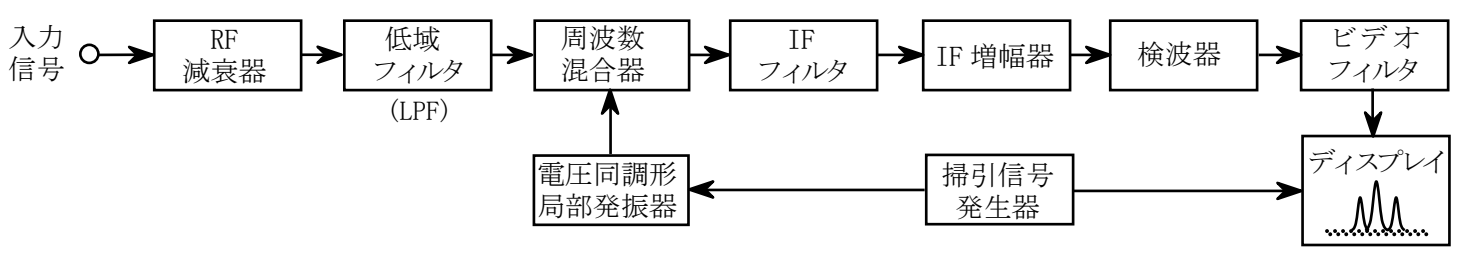
1　SART は、GMDSS における、遭難船又は生存艇の捜索及び遭難者の発見のための主な手段として用いられるもので、この装置は、生存艇と一体又は海面に浮いた状態で運用できる。
2　SART は、海中に投下されると手動又は自動的に動作し、9〔GHz〕帯の船舶のレーダー又は航空機のレーダーからの電波を受信したとき、9〔GHz〕帯で応答する。
3　SART の電波が受信されたとき、捜索側のレーダー画面には、SART の位置から外側方向に約 8 海里にわたって 4 点の輝点列が表示される。
4　SART は、捜索側のレーダー電波を受信すると、その存在と接近情報を間欠音又は光によって遭難者に知らせる。
5　SART の内蔵電池は、96 時間の待受状態の後、1〔ms〕の周期でレーダー電波を受信した場合において、連続 8 時間の動作に支障のない容量がある。

A－12　パルスレーダーにおいて、送信パルスの尖頭電力が 10〔kW〕のときの平均電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、パルスは理想的な矩形波とし、パルスの繰り返し周波数を 1〔kHz〕、パルス幅を 0.5〔μs〕とする。

1　5〔W〕　　2　15〔W〕　　3　20〔W〕　　4　45〔W〕　　5　80〔W〕

A－13　次の記述は、図に示すスーパヘテロダイン方式スペクトルアナライザの原理的構成例について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

1　ディスプレイの垂直軸に入力信号の振幅を、また、水平軸に周波数を表示する。
2　電圧同調形局部発振器の出力の周波数は、掃引信号発生器が出力する信号の振幅に応じて変化する。
3　周波数分解能を上げるには、IFフィルタの周波数帯域幅を広くする。
4　周期的な信号のほか、連続的な雑音のスペクトル分布も観測できる。
5　掃引信号発生器が出力する信号は、のこぎり波信号である。



(AA703-3)

A－14　次の記述は、図に示すオシロスコープの入力部と被測定回路を接続するプローブについて述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの入力部は抵抗 R_i〔Ω〕及び静電容量 C_i〔F〕で構成され、プローブは、抵抗 R〔Ω〕、可変静電容量 C_T〔F〕及び線路の静電容量 C〔F〕で構成されるものとする。

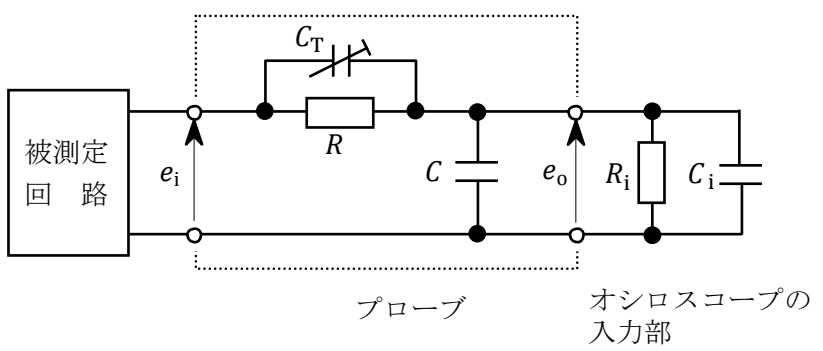
なお、同じ記号の［　　］内には、同じ字句が入るものとする。

(1)　オシロスコープの入力部と被測定回路とを同軸線路などで接続するとき、周波数特性が平坦でないと［ A ］が生ずるので、これを防ぐためプローブを用いる。

(2)　プローブの入力信号 e_i〔V〕の角周波数が ω〔rad/s〕のとき、プローブの出力信号 e_o〔V〕と e_i との比 $e_\mathrm{o}/e_\mathrm{i}$ は、次式で表される。［ A ］が生じないためには、$e_\mathrm{o}/e_\mathrm{i}$ の値が ωと無関係になればよいので、［ B ］になるように C_T を調整する。

$$\frac{e_\mathrm{o}}{e_\mathrm{i}}=\frac{R_\mathrm{i}}{R\times\dfrac{1+j\omega(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}}{1+j\omega C_\mathrm{T}R}+R_\mathrm{i}}$$

	A	B
1	ショット雑音	$(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}=C_\mathrm{T}R$
2	ショット雑音	$(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}\gg C_\mathrm{T}R$
3	波形ひずみ	$(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}\gg C_\mathrm{T}R$
4	波形ひずみ	$(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}=C_\mathrm{T}R$
5	フリッカ雑音	$(C+C_\mathrm{i})R_\mathrm{i}=C_\mathrm{T}R$



A－15　次の記述は、デジタルオシロスコープについて述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　入力波形を［ A ］によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータを再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を表示するので、単発現象でも、メモリに記憶した波形情報を繰り返し読み出すことによって静止波形のように表示できる。

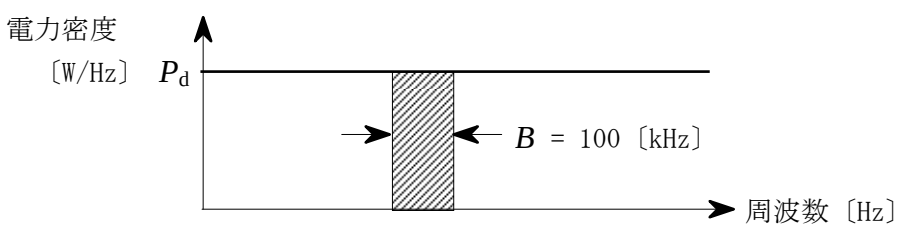
(2)　標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限は、サンプリング周波数の［ B ］倍である。

(3)　アナログ方式によるオシロスコープに比べ、観測データの解析や処理を容易に行うことが［ C ］。

	A	B	C
1	D/A 変換	2	できる
2	D/A 変換	2	できない
3	D/A 変換	1/2	できる
4	A/D 変換	2	できない
5	A/D 変換	1/2	できる

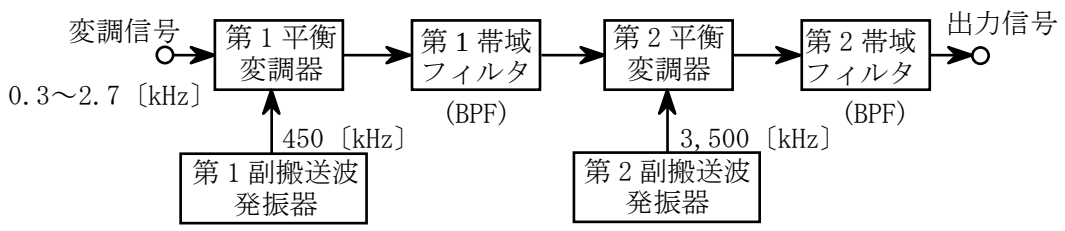
A－16　図に示す電力密度 P_d〔W/Hz〕の雑音を、周波数帯域幅 B が 100〔kHz〕の理想矩形フィルタを持つスペクトルアナライザで測定したときの全電力の値が 3×10^{-6}〔W〕であった。P_d の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音はスペクトルアナライザの帯域内の周波数のすべてにわたって一様であり、フィルタの損失はないものとする。

1　3×10^{-11}〔W/Hz〕
2　4×10^{-11}〔W/Hz〕
3　6×10^{-11}〔W/Hz〕
4　3×10^{-12}〔W/Hz〕
5　4×10^{-12}〔W/Hz〕



A－17　図に示すSSB(J3E)送信機の構成例において、出力信号の周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力の変調信号の周波数を0.3～2.7〔kHz〕とし、第1及び第2副搬送波発振器の出力の周波数をそれぞれ450〔kHz〕及び3,500〔kHz〕とする。また、第1及び第2帯域フィルタの通過帯域はいずれも上側波帯のみとする。

1　3,950.3～3,952.7〔kHz〕
2　3,953.3～3,955.7〔kHz〕
3　3,956.3～3,958.7〔kHz〕
4　3,959.3～3,961.7〔kHz〕
5　3,962.3～3,964.7〔kHz〕



A－18　次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えたときの最大探知距離 R〔m〕について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、最大探知距離は、レーダー方程式のみで決まるものとし、最小受信電力は、信号の探知限界の電力とする。

1　送信電力の値を4倍にすると、R の値は約1.4倍になる。
2　送信電力の値を2倍にし、最小受信電力の値が2倍大きい受信機を用いると、R の値は変わらない。
3　アンテナが送受共用で、送信利得と受信利得が同じとき、アンテナの利得を4倍にすると、R の値は2倍になる。
4　物標の有効反射面積を4倍にすると、R の値は約1.4倍になる。
5　最小受信電力の値が4倍大きい受信機を用いると、R の値は0.5倍になる。

A－19　次の記述は、パルス幅変調(PWM)及びパルス振幅変調(PAM)について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1)　PWM信号又はPAM信号を、振幅の直線性が悪い増幅器で増幅したとき、復調した信号にひずみを生じやすいのは、［ A ］である。
(2)　PWM信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調することが［ B ］。
(3)　PAM信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調することが［ C ］。

	A	B	C
1	PAM	できない	できない
2	PAM	できる	できない
3	PAM	できる	できる
4	PWM	できない	できる
5	PWM	できない	できない

A－20　衛星通信回線における総合の搬送波電力対雑音電力比(C/N)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、システム間干渉雑音電力及びシステム内干渉雑音電力の4種類とし、搬送波電力対雑音電力比は、いずれも20〔dB〕とする。また、$\log_{10}2 = 0.3$ とする。

1　11〔dB〕　　**2**　12〔dB〕　　**3**　13〔dB〕　　**4**　14〔dB〕　　**5**　15〔dB〕

B－1　次の記述は、直接拡散(DS)を用いたスペクトル拡散通信方式について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の［　　］内には、同じ字句が入るものとする。

(1)　情報を含んだ信号をより広い周波数帯に拡散するため、［ ア ］符号を使用する。
(2)　耐妨害性及び耐雑音性が［ イ ］いる。
(3)　通信の内容が第三者に漏えいし難く、かつ、信号の存在を検知［ ウ ］。
(4)　高精度の時間測定ができるため、距離の測定に適しており、［ エ ］などにも用いられている。
(5)　通信チャネルごとに異なる［ ア ］符号を用いることにより、［ オ ］分割多元接続ができる。

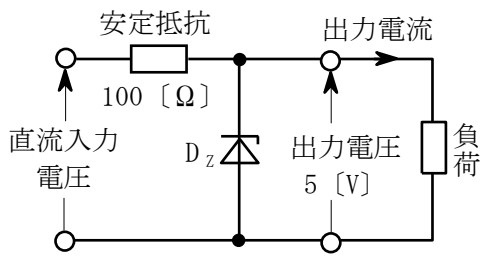
1　リードソロモン　　**2**　優れて　　**3**　され易い　　**4**　DME(距離測定装置)　　**5**　符号
6　擬似雑音(PN)　　**7**　劣って　　**8**　され難い　　**9**　GPS(全世界測位システム)　　**10**　時

B－2　高機能グループ呼出(EGC)システムに関する次の記述のうち、正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

ア　海岸地球局からEGC受信機に対してファクシミリを送信するシステムである。
イ　海岸地球局からEGC受信機に対してコスパス・サーサット衛星を経由して放送する。
ウ　海岸地球局からの遭難警報をEGC受信機で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。
エ　EGC受信機を搭載する船舶に対して、全船舶あて、特定のグループの船舶あて及び特定の海域の船舶あてに放送することができる。
オ　放送される情報のフォーマットは、国際ナブテックス(NAVTEX)システムと同じである。

B－3　次の記述は、図に示す定電圧回路の動作について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、ツェナーダイオードD_Zのツェナー電圧及び許容電流をそれぞれ5〔V〕及び200〔mA〕、安定抵抗を100〔Ω〕とし、定電圧回路の出力電圧を5〔V〕、最大出力電流を100〔mA〕とする。また、ツェナーダイオードD_Zは理想的に動作するものとする。

(1)　D_Zが、定電圧特性を示すためには、D_Zの［ア］に電流が流れる必要がある。負荷に最大出力電流100〔mA〕が流れるとき、安定抵抗を流れる電流による電圧降下は10〔V〕より［イ］。よって、直流入力電圧は［ウ］でなければならない。
(2)　また、無負荷のとき、安定抵抗を流れる電流は、すべてD_Zを流れる。D_Zが破損しないためには、安定抵抗を流れる電流はD_Zの許容電流以下でなければならず、その電圧降下は［エ］となる。よって、直流入力電圧は［オ］でなければならない。



1　順バイアス方向　　2　小さい　　3　15〔V〕より小　　4　20〔V〕以下　　5　25〔V〕以下
6　逆バイアス方向　　7　大きい　　8　15〔V〕より大　　9　30〔V〕以下　　10　35〔V〕以下

B－4　次の記述は、搬送波零位法による周波数変調(FM)波の周波数偏移の測定方法について述べたものである。［　　］内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の［　　］内には、同じ字句が入るものとする。

(1)　FM波の搬送波及び各側帯波の振幅は、変調指数 m_f を変数(偏角)とする［ア］を用いて表され、このうち搬送波の振幅は、零次の［ア］$J_0(m_f)$に比例する。$J_0(m_f)$は、m_f に対して図1に示すような特性を持ち、m_f が約2.41、5.52、8.65、・・・のとき、ほぼ［イ］になる。
(2)　図2に示す構成例において、周波数 f_m〔Hz〕の単一正弦波で周波数変調したFM(F3E)送信機の出力の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM波のスペクトルを表示する。単一正弦波の［ウ］を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側帯波のスペクトル振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々にFM波の占有周波数帯幅が［エ］。
(3)　搬送波の振幅が［イ］になる度に、m_f の値に対するレベル計の値(入力信号電圧)を測定する。周波数偏移 f_d は、m_f 及び f_m の値を用いて、f_d ＝［オ］であるので、測定値から信号入力対周波数偏移の特性を求めることができ、搬送波の振幅が［イ］となる時だけでなく、途中の振幅でも計算値から周波数偏移を知ることができる。

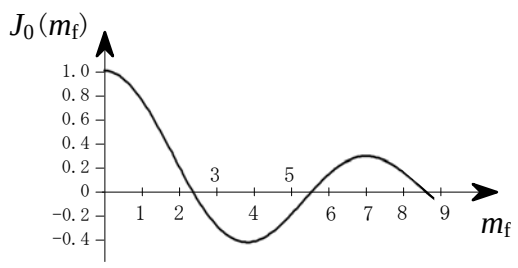


図1

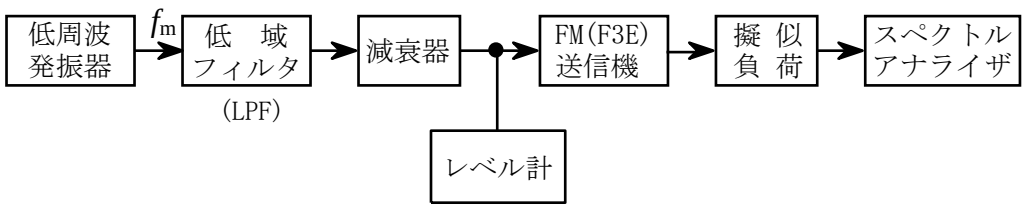


図2

1　ベッセル関数　　2　最大　　3　周波数　　4　狭まる　　5　m_f f_m
6　フーリエ級数　　7　零　　8　振幅　　9　広がる　　10　f_m /m_f

B－5　次の記述は、図に示す測定系統図を用いたSINAD法によるSSB(J3E)受信機の感度の測定手順について述べたものである。

［　　］内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、受信機感度の条件として、1,000〔Hz〕の変調周波数において、受信機の定格出力の1/2の出力とその中に含まれる不要成分との比を20〔dB〕とするために必要な受信機入力電圧を3〔μV〕以下とする。また、受信機がクラリファイヤを持つ場合には、その調整器を中央に設定して測定を行うものとし、各機器間の整合はとれているものとする。

(1)　標準信号発生器(SG)の周波数を受信機の復調出力周波数が［　ア　］〔Hz〕となるように設定する。

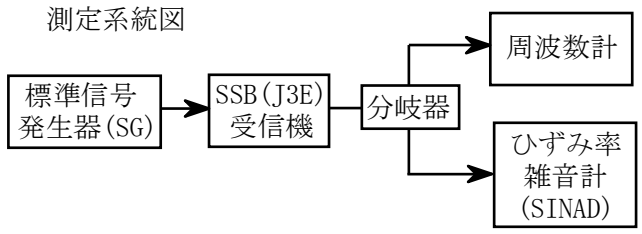
(2)　SGを無変調状態とし、その出力を受信機入力電圧が［　イ　］〔μV〕となるよう設定する。

(3)　(2)の状態で受信機の各段の調整器を取扱説明書に記載された方法により調整し(記載のない場合は、低周波段利得調整器を最大とし、高周波段利得調整器により調整する。)、受信機の復調出力が規定の出力(定格出力の1/2)となるように設定する。

(4)　(3)の状態で受信機の復調信号のSINAD即ち〔10 $\log_{10}$［　ウ　］〕が［　エ　］〔dB〕となるSGの出力レベルから受信機入力電圧を測定する。ここで、Sは信号、Nは雑音、Dは［　オ　］とする。

(5)　(4)で測定した受信機入力電圧の値が、受信機感度の条件である3〔μV〕以下に適合しているか否かを確認する。

測定系統図



1	1,000	**2**	3	**3**	$\{(S+N+D)/(S+N)\}$	**4**	20	**5**	低調波成分
6	2,000	**7**	9	**8**	$\{(S+N+D)/(N+D)\}$	**9**	10	**10**	ひずみ成分